

GEVANGENENDILEMMA

Het **gevangenendilemma** of 'prisoners dilemma' is een spelvorm waarbij er 2 spelers zijn die allebei kiezen uit 2 acties: {zwijgen} of {bekennen}. Het gevangenendilemma is een **simultaan spel** want beide spelers bepalen tegelijkertijd hun actie, of beter gezegd: de spelers maken hun keuze zonder dat zij de actie van de andere speler kennen.

In het oorspronkelijke gevangenendilemma worden twee verdachten (Bonnie en Clyde) gearresteerd in verband met een moord, die is gepleegd tijdens een uit de hand gelopen overval. Er is genoeg bewijs om Bonnie en Clyde te beschuldigen van verboden wapenbezit en het plegen van een overval, maar er is onvoldoende bewijs om ze te beschuldigen van moord. Beide gevangenen worden afzonderlijk van elkaar in een cel gezet. Ze kunnen onderling niet communiceren. Ze weten dat de politie niet al te veel bewijs heeft. De politie probeert in de verhoren beide gevangenen aan het praten te krijgen.

Als beide verdachten zwijgen, krijgt de politie het bewijs niet rond en Bonnie en Clyde worden dan veroordeeld tot twee jaar gevangenisstraf. Als beide verdachten bekennen, worden ze veroordeeld tot acht jaar opsluiting. Als één van beide verdachten bekent, krijgt hij/zij één jaar gevangenisstraf en de andere verdachte wordt dan veroordeeld tot twaalf jaar gevangenisstraf.

Bovenstaand voorbeeld is gebaseerd op de (Amerikaanse) praktijk van 'plea bargaining', het bepleiten van strafvermindering in ruil voor schuldbekentenis.

De **opbrengstenmatrix** van het gevangenendilemma staat in onderstaande tabel. Omdat gevangenisstraf een negatieve opbrengst is, zijn de getallen die horen bij een gevangenisstraf negatief.

De cel linksboven komt overeen met de acties {zwijgen, zwijgen}. Beide verdachten zwijgen en moeten twee jaar de gevangenis in. Vandaar dat de opbrengst $(-2, -2)$ is.

De cel linksonder komt overeen met de acties {bekennen, zwijgen}. Bonnie bekent en Clyde zwijgt. De opbrengst is dan $(-1, -12)$. Bonnie gaat één jaar de gevangenis in en Clyde twaalf jaar.

De cel rechtsboven komt overeen met de acties {zwijgen, bekennen}. Bonnie zwijgt en Clyde bekent. De opbrengst is dan $(-12, -1)$. Bonnie gaat twaalf jaar de gevangenis in en Clyde één jaar.

De cel rechtsonder komt overeen met de acties {bekennen, bekennen}. Beide verdachten bekennen en moeten acht jaar de gevangenis in. Vandaar dat de opbrengst $(-8, -8)$ is.

De opbrengstenmatrix van het gevangenendilemma

| | | Clyde | |
|--------|----------|-------------|-------------|
| | | zwijgen | bekennen |
| Bonnie | zwijgen | $(-2, -2)$ | $(-12, -1)$ |
| | bekennen | $(-1, -12)$ | $(-8, -8)$ |

Voor Bonnie (rijspeler) en Clyde (kolomspeler) zijn twee keuzes mogelijk:

- Bonnie gaat ervan uit dat Clyde zwijgt. In dat geval kan Bonnie beter bekennen. Ze krijgt dan één jaar gevangenisstraf (cel linksonder). Als Bonnie zwijgt, moet ze twee jaar de gevangenis in (cel linksboven).
- Bonnie gaat ervan uit dat Clyde bekent. Ook in dat geval kan Bonnie beter bekennen. Ze gaat dan voor acht jaar de gevangenis in (cel rechtsonder). Als Bonnie zwijgt moet ze twaalf jaar de gevangenis in (cel rechtsboven).
- Clyde gaat ervan uit dat Bonnie zwijgt. In dat geval kan Clyde beter bekennen. Hij krijgt dan één jaar gevangenisstraf (cel rechtsboven). Als Clyde zwijgt, moet hij twee jaar de gevangenis in (cel linksboven).
- Clyde gaat ervan uit dat Bonnie bekent. Ook in dat geval kan Clyde beter bekennen. Hij gaat dan voor acht jaar de gevangenis in (cel rechtsonder). Als Clyde zwijgt moet hij twaalf jaar de gevangenis in (cel linksonder).

Voor Bonnie en Clyde levert bekennen steeds de hoogste opbrengst op. Voor beiden is bekennen dus de dominante strategie. Een **dominante strategie** is de voordeligste strategie die iemand kiest, onafhankelijk van wat anderen kiezen. Bonnie en Clyde zullen dus beiden kiezen voor bekennen en krijgen elk acht jaar gevangenisstraf. Beiden weten dat ze beter af zijn als ze allebei zouden zwijgen. Toch komt deze optimale uitkomst niet tot stand omdat ze elkaar niet vertrouwen. Om het risico van de lange gevangenisstraf van twaalf jaar te vermijden, zullen beiden bekennen.

Als we ervan uitgaan dat ze niet afzonderlijk zijn opgesloten en dat overleg mogelijk is, ligt het voor de hand dat ze afspreken te zwijgen. Een afspraak is gauw gemaakt, maar hoe geloofwaardig is een afspraak?

Bij het maken van afspraken geven betrokkenen keuzemogelijkheden uit handen, zij binden zichzelf.

Omdat een vrijblijvende afspraak niet verplichtend is, is deze vorm van zelfbinding niet erg geloofwaardig.

Een bindende afspraak is wederzijds verplichtend, daarom is deze vorm van **zelfbinding** wel **geloofwaardig**.

ÉÉNMALIG GEVANGENENDILEMMA

Producenten geven jaarlijks miljarden euro's uit aan reclame. Dat is zinvol, want consumenten kopen meer van producten waar reclame voor wordt gemaakt. Maar deze aankopen gaan wel ten koste van andere aankopen. Consumenten kunnen hun geld maar één keer uitgeven. In de regel snoept **reclame** vooral consumenten af van de concurrent. Neem bijvoorbeeld de markt voor cola.

Er zijn twee producenten, Coca-cola en Pepsi-cola, die beiden veel reclame maken voor hun product. Door deze reclame gaan mensen nauwelijks méér cola drinken. Wat die reclame vooral doet is coladrinkers bij de concurrent weghalen. De situatie die zo ontstaat, is precies hetzelfde als het gevangenendilemma, want beide colaproducten gaan erop vooruit als ze geen reclame zouden maken. Dat scheelt in de kosten en consumenten blijven toch wel cola drinken. En toch zullen beide producenten miljoenen euro's per jaar aan reclame blijven uitgeven, gevangen als ze zitten in het gevangenendilemma.

De opbrengstenmatrix voor de colamarkt (in miljoenen euro's)

| | | Pepsi-cola | |
|-----------|--------------|--------------------|---------------------------|
| | | geen reclame | wel reclame |
| Coca-cola | geen reclame | (100, 100) | (25, <u>150</u>) |
| | wel reclame | (<u>150</u> , 25) | (<u>75</u> , <u>75</u>) |

In bovenstaande tabel staat een voorbeeld van de opbrengstenmatrix voor de colamarkt.

Als beide producenten geen reclame maken, verdienen beide producenten 100.

Als bijvoorbeeld Pepsi-cola wel reclame maakt, dan gaan zijn verdiensten omhoog ten koste van die van Coca-cola. Pepsi-cola investeert 25 in reclame. Hierdoor haalt hij 75 van de opbrengsten weg bij Coca-cola. Met reclame verdient Pepsi-cola dan $100 + 75 - 25 = 150$. Coca-cola verdient dan nog maar 25. Andersom geldt hetzelfde.

Als beide producenten reclame maken, behaalt geen van beiden hier voordeel mee. Ze halen geen consumenten meer weg bij de concurrent. Beiden verdienen dan $100 - 25 = 75$.

In het evenwicht geven beide producenten 25 uit aan reclame en verdienen 75. Beiden zouden beter af zijn als ze geen reclame maken. Ze verdienen dan 100 ieder. Maar beide producenten hebben een prikkel om wel reclame te maken, onafhankelijk van wat de ander doet. Als Pepsi-cola geen reclame maakt, dan doet Coca-cola dat wel. Zijn inkomsten nemen dan toe van 100 tot 150. Als Pepsi-cola wel reclame maakt, dan doet Coca-cola dat ook. Zijn inkomsten stijgen dan van 25 tot 75. Dezelfde redenering gaat op voor Pepsi-cola. Voor beide producenten levert het maken van reclame steeds de hoogste opbrengst op. Reclame maken is voor beide producenten dus de **dominante strategie**. In het evenwicht maken beide producenten daarom reclame, terwijl dit in het nadeel is van beide producenten.

De cel waarin beide getallen zijn onderstreept, is de cel van het **Nash-evenwicht**: gegeven de keuze van de andere speler, kan geen van beide spelers zich verbeteren. In een Nash-evenwicht is de markt in evenwicht.

Een evenwicht in dominante strategieën is altijd een Nash-evenwicht.

Het gevangenendilemma maakt duidelijk dat een Nash-evenwicht niet altijd optimaal is. Beide spelers kiezen voor wel reclame met als opbrengst (75, 75), terwijl ze weten dat ze beter af zijn als ze allebei zouden kiezen voor geen reclame met als opbrengst (100, 100). Toch komt deze optimale uitkomst niet tot stand omdat louter en alleen op grond van het individuele belang beslissingen worden genomen.

Het vinden van Nash-evenwichten kan op twee manieren.

- Bij de methode van de '**best response**' wordt gebruik gemaakt van het concept dominante strategie. Deze methode is toegepast in bovenstaande opbrengstenmatrix voor de colamarkt.
- Een Nash-evenwicht kan ook worden gevonden via het wegstrepen van gedomineerde strategieën. Een **gedomineerde strategie** is een strategie die een slechter resultaat oplevert dan alle andere strategieën. In onderstaande opbrengstenmatrix zijn de gedomineerde strategieën voor Coca-cola (/) en voor Pepsi-cola (\) weggestreept.

De opbrengstenmatrix voor de colamarkt (in miljoenen euro's)

| | | Pepsi-cola | |
|-----------|--------------|-----------------------|----------------------|
| | | geen reclame | wel reclame |
| Coca-cola | geen reclame | (100, 100) | (25, 150) |
| | wel reclame | (150, 25) | (75, 75) |

HERHAALD GEVANGENENDILEMMA

Het maken van een prijsafspraken is bij wet verboden. Producenten die dat wel doen lopen kans door de Nederlandse Mededingingsautoriteit (NMa) te worden beboet. Toch zijn er producenten die prijsafspraken maken. In 2005 bijvoorbeeld werden de fietsfabrikanten Accell, Gazelle en Giant beboet voor het maken van prijsafspraken. In totaal moesten de drie producenten 26,5 miljoen euro aan boetes betalen.

Toch is het opmerkelijk dat een prijsafpraak in de praktijk stand kan houden. Omdat een prijsafpraak illegaal is, wordt een prijsafpraak nooit officieel gemaakt. Er bestaan geen documenten van. Een **prijsafpraak** is een mondelinge afspraak waar niemand zich aan hoeft te houden. Als een producent de afspraak schendt, heeft de andere producent het nakijken. Er bestaan immers geen officiële documenten van de afspraak. Het bewijs van het bestaan van een afspraak is er niet en daarom kun je de ander er niet aan houden.

Ook nu weer speelt het gevangenendilemma. In onderstaande tabel staat de opbrengstenmatrix van de fietsenmarkt. Voor het gemak gaan we uit van twee producenten, Gazelle en Giant.

Beiden maken dezelfde fiets. De productiekosten bedragen 250 per fiets.

Er zijn 100 consumenten die de fiets voor 250 willen kopen. Consumenten kiezen altijd de fiets die het goedkoopst is. Maar bij een prijs van 250 verdienen beide producenten niets.

Bij een prijs van 400 zijn er nog 50 consumenten die een fiets kopen. Omdat de fietsen van Gazelle en Giant precies hetzelfde zijn, kiest de consument uitsluitend op basis van de prijs. Als die ook hetzelfde is, wordt de markt gelijkelijk verdeeld: zowel Gazelle als Giant verkoopt 25 fietsen bij een prijs van 400. Beide producenten maken dan een winst van $(400 - 250) \times 25 = 3.750$.

Maar kan Gazelle nog meer winst maken als Giant een prijs van 400 vraagt? Ja, dan kan. Wat Gazelle dan moet doen is een prijs van 399 vragen. Daarmee haalt Gazelle alle klanten weg bij Giant. De winst van Gazelle is dan $(399 - 250) \times 50 = 7.450$. Door de prijsafpraak te schenden, verdubbelt Gazelle bijna zijn winst. Giant heeft dan een probleem want hij heeft wel 25 fietsen geproduceerd die niet meer verkocht worden. Zo ontstaat er voor Giant een verlies van $250 \times 25 = 6.250$.

Als reactie hierop zal Giant een prijs vragen van 398. Daarmee haalt Giant alle klanten weg bij Gazelle. De winst van Giant is dan $(398 - 250) \times 50 = 7.400$ en Gazelle wordt opgezaagd met een verlies van $250 \times 50 = 12.500$.

Hier reageert Gazelle weer op door een prijs te vragen van 397, en zo verder. Giant en Gazelle raken verwickeld in een **prijzenoorlog**. Die gaat net zolang door totdat de prijs gelijk is aan de productiekosten. Bij een prijs van 250 verdienen beide producenten niets. Een verdere prijsverlaging geeft verlies.

De opbrengstenmatrix bij prijsafspraken (in euro's)

| | | Giant | |
|---------|------------------|-----------------|------------------|
| | | afpraak naleven | afpraak schenden |
| Gazelle | afpraak naleven | (3.750, 3.750) | (-6.250, 7.450) |
| | afpraak schenden | (7.450, -6.250) | (0, 0) |

In de opbrengstenmatrix is het evenwicht afgeleid. Voor beide producenten levert het schenden van de prijsafpraak steeds de hoogste opbrengst op. Het schenden van de prijsafpraak is dus voor beide producenten de **dominante strategie**. Als bijvoorbeeld Giant zich wel aan de afspraak houdt, dan verhoogt Gazelle zijn winst door zich niet aan de afspraak te houden. En als Giant zich niet aan de afspraak houdt, dan kan Gazelle zijn verliezen wegwerken door een prijzenoorlog te beginnen. In het evenwicht zullen beide producenten daarom de prijsafpraak schenden, terwijl dit in het nadeel is van beide producenten.

Dat prijsafspraken in de praktijk toch bestaan, komt doordat het gevangenendilemma dan niet één maar meerdere keren achter elkaar wordt gespeeld. De producent die een prijzenslag begint, weet dat hij vrijwel direct een reactie van de concurrent kan verwachten. Het is vraag of een prijzenoorlog dan een verstandige marketingstrategie is. Bij een **herhaald gevangenendilemma** kunnen de producenten stilzwijgend samenwerken en zo een prijzenoorlog vermijden.

Als een gevangenendilemma wordt herhaald, kan dit tot gevolg hebben dat spelers zich coöperatief gaan opstellen. Een coöperatieve strategie, waarbij de ene speler precies hetzelfde doet als de andere speler, staat bekend als **tit-for-tat** (= 'met gelijke munt terug betalen' of 'oog om oog, tand om tand').

Als bijvoorbeeld Gazelle de prijs verhoogt en Giant gaat daarin mee, ontstaat er een coöperatieve strategie van stilzwijgende samenwerking. Dat is voordelig voor beide fabrikanten.

Als Gazelle de prijs verhoogt en Giant niet volgt, zal Gazelle de prijsverhoging direct weer ongedaan maken. De oude niet-coöperatieve strategie wordt hervat en een prijzenoorlog kan het gevolg zijn. Dat is nadelig voor beide fabrikanten.

SEKSEGEVECHT

Een man en een vrouw (Adam en Eva) hebben besloten samen een avondje uit te gaan. Adam ziet een avondje voetbal wel zitten, Eva zou graag naar de opera gaan.

De opbrengstenmatrix van het **seksegevecht** of de '**battle of the sexes**' staat in onderstaande tabel.

Als ze samen naar het voetbal gaan, is Adam zeer gelukkig. Eva is dan "een beetje" gelukkig omdat ze weet dat ze hiermee Adam een plezier doet. De opbrengst in de cel linksboven is dan (1, 3).

Als ze samen naar de opera gaan, is Eva zeer gelukkig. Adam is dan "een beetje" gelukkig omdat hij weet dat hij hiermee Eva een plezier doet. De opbrengst in de cel rechtsonder is dan (3, 1).

Als Adam voet bij stuk houdt en Eva doet hetzelfde, eindigt de vrije avond in gekibbel zodat ze uiteindelijk nergens naar toe gaan. De opbrengst in de cel linksonder en in de cel rechtsboven is dan (0, 0).

Adam en Eva hebben allebei **geen dominante strategie**. Als Adam kiest voor voetbal, kiest Eva ook voor voetbal. Als Adam kiest voor opera, kiest Eva ook voor opera. Hetzelfde geldt voor Eva. Als Eva kiest voor opera, kiest Adam ook voor opera. Als Eva kiest voor voetbal, kiest Adam ook voor voetbal.

De onderstaande opbrengstenmatrix laat zien dat er een **meervoudig evenwicht** is.

Er zijn **twee Nash-evenwichten**: samen naar het voetbal of samen naar de opera.

Een evenwicht in dominante strategieën is altijd een Nash-evenwicht (zie gevangenendilemma), maar het seksegevecht maakt duidelijk dat niet elk Nash-evenwicht een evenwicht in dominante strategieën is.

Adam en Eva hebben allebei geen dominante strategie en toch zijn er twee Nash-evenwichten.

De opbrengstenmatrix van het seksegevecht

| | | Adam | |
|-----|---------|-------------------------|-------------------------|
| | | voetbal | opera |
| Eva | voetbal | (1 , 3) | (0, 0) |
| | opera | (0, 0) | (3 , 1) |

Het probleem wordt nu: 'Hoe kiezen we tussen beide optimale situaties?' Dit probleem kan alleen opgelost worden door te onderhandelen. Bij het onderhandelen kan van alles meespelen.

Zo kan Eva besluiten een schitterende avondjurk te kopen om naar de opera te gaan. Eva kan de jurk alleen dragen als zij naar de opera gaat. Zij kan de avondjurk niet dragen als ze naar het voetbal gaat, in dat geval zijn de kosten voor de aanschaf van de avondjurk verzonken kosten. **Verzonken kosten** zijn kosten die nooit meer kunnen worden terugverdiend als de activiteit waarvoor de kosten zijn gemaakt niet doorgaat.

Door een avondjurk te kopen, verandert de opbrengstenmatrix voor Eva. Voor Adam verandert er niets.

De opbrengstenmatrix met de oplossing van het seksegevecht staat in onderstaande tabel.

Naar de opera gaan, vindt Eva nu nog leuker. Door de avondjurk die ze dan kan dragen, stijgen haar opbrengsten met 1. De opbrengst in de cel linksonder is dan (1, 0) en de opbrengst in de cel rechtsonder is dan (4, 1).

Naar het voetbal gaan, vindt Eva nu nog minder leuk. Door de kosten van de avondjurk die ze dan niet kan dragen, dalen haar opbrengsten met 1. De opbrengst in de cel linksboven is dan (0, 3) en de opbrengst in de cel rechtsboven is dan (-1, 0).

De onderstaande opbrengstenmatrix laat zien dat er nu een **enkelvoudig evenwicht** is. Er is één optimale situatie: samen naar de opera levert een groter totaal nut op dan samen naar het voetbal.

Eva heeft een dominante strategie (opera, opera). Adam heeft geen dominante strategie, zijn beste keuze (voetbal of opera) hangt af van wat Eva kiest. Het resultaat van de onderhandelingen is dat Adam en Eva samen naar de opera gaan.

Door het doen van een specifieke investering (de aanschaf van de avondjurk) heeft Eva haar onderhandelingspositie verbeterd ten koste van Adam. Een **specifieke investering** heeft alleen waarde als de activiteit waarvoor de investering is bedoeld doorgaat.

Een specifieke investering kan de onderhandelingspositie ook verzwakken. Door een specifieke investering word je afhankelijk van de andere partij. De andere partij kan die afhankelijkheid uitbuiten. Er is een **berovingsprobleem**, je loopt de kans te worden beroofd van je specifieke investering. Als de activiteit waarvoor de investering is bedoeld niet doorgaat, is de investering voor niets gedaan.

De opbrengstenmatrix met de oplossing van het seksegevecht

| | | Adam | |
|-----|---------|-----------------|-------------------------|
| | | voetbal | opera |
| Eva | voetbal | (0, 3) | (-1, 0) |
| | opera | (1 , 0) | (4 , 1) |

SEQUENTIEEL SPEL

Bij een **simultaan spel** nemen de spelers tegelijk (= simultaan) een beslissing.

Bij een **sequentieel spel** nemen de spelers na elkaar (= sequentieel) een beslissing.

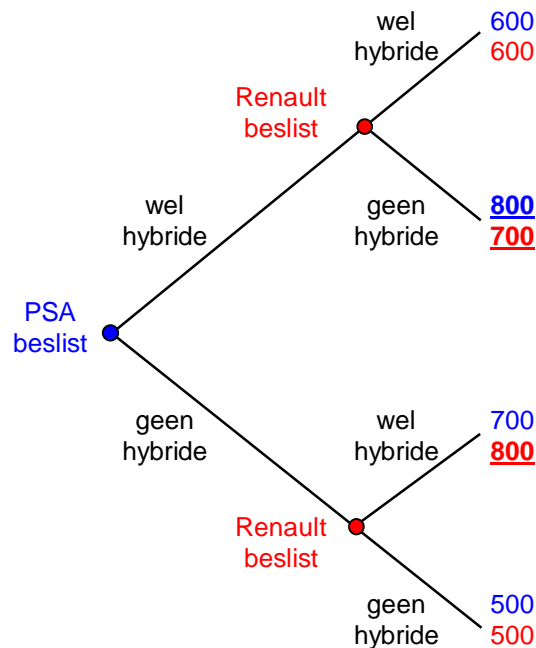
De speler die als eerste een beslissing neemt, is in het voordeel. Maar deze speler moet zich goed realiseren hoe er door de tegenspeler op de genomen beslissing kan worden gereageerd.

Omdat er bij een sequentieel spel verschil is tussen het tijdstip van beslissen bij beide spelers, wordt er een **opbrengstenboom** gebruikt.

In de auto-industrie zijn sommige fabrikanten volop bezig om het de milieubewuste consument naar de zin te maken. Japanse en in mindere mate Duitse autofabrikanten hebben al zogenaamde hybride auto's op de markt, maar de Fransen aarzelen nog. Renault en PSA (Citroën en Peugeot) kennen anno 2010 nog niet een dergelijke milieuvriendelijke auto, maar overwegen deze wel te ontwikkelen en op de markt te brengen. Stel dat de volgende opbrengstenboom geldt in de concurrentiestrijd tussen Renault en PSA, waarbij de bedragen winsten in miljoenen euro's voorstellen.

PSA is als eerste aan zet. Het bovenste getal is de winst van de speler die als eerste begint.

De opbrengstenboom voor hybride auto's (in miljoenen euro's)



Hoewel consumenten de voorkeur hebben voor hybride auto's (als beide fabrikanten hybride auto's op de markt brengen, hebben zij een hogere winst dan wanneer zij dat niet doen) zullen de fabrikanten meer concurrentie van elkaar ondervinden wanneer ze beide een hybride auto aanbieden (als beide fabrikanten hybride auto's op de markt brengen, hebben zij een lagere winst dan wanneer één van beide dat niet doet).

- Wanneer PSA als eerste beslist wel een hybride auto aan te bieden, kan Renault in tweede instantie beslissen wel of geen hybride auto aan te bieden.
Als Renault besluit wel een hybride auto aan te bieden is de winst 600 en als Renault besluit geen hybride auto aan te bieden is de winst 700. Als PSA als eerste beslist een hybride auto aan te bieden, zal Renault geen hybride auto aanbieden.
- Wanneer PSA als eerste beslist geen hybride auto aan te bieden, kan Renault in tweede instantie beslissen wel of geen hybride auto aan te bieden.
Als Renault besluit wel een hybride auto aan te bieden is de winst 800 en als Renault besluit geen hybride auto aan te bieden is de winst 500. Als PSA als eerste beslist geen hybride auto aan te bieden, zal Renault wel een hybride auto aanbieden.

Uiteindelijk gaat PSA beslissen wel of geen hybride auto op de markt te brengen. Als PSA besluit wel een hybride auto aan te bieden en Renault niet is de winst 800 en als PSA besluit geen hybride auto aan te bieden en Renault wel is de winst 700. PSA zal beslissen wel een hybride auto op de markt te brengen.

TAL VAN (EXAMEN)OPGAVEN ZIJN IN HET BIJ DE SITE BEHORENDE BOEK OPGENOMEN

[KLIK OP DE LINK VAN ONDERVERMELDE SITE](#)